

PAT-NO: JP411160716A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11160716 A

TITLE: LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

PUBN-DATE: June 18, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHIMURA, MASATO	N/A
INOUE, KEIKO	N/A
ISHII, MASAHIRO	N/A
MATSUYAMA, SHIGERU	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP09324480

APPL-DATE: November 26, 1997

INT-CL (IPC): G02F001/1339, G02F001/1337

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable a high-contrast display which is stable in an alignment state on spacer peripheries, is highly reliable against a process fluctuation, vibration and impact and is lessened in display unevenness by subjecting spacers to a perpendicular alignment treatment or horizontal alignment treatment.

SOLUTION: The spacers BZ of the liquid crystal display device are subjected

to the perpendicular alignment treatment or horizontal alignment treatment. The initial alignment state of the liquid crystal molecules LK near the central part of the liquid crystal layer at the spacer (bead) BZ surface in a non-impression state of an electric field EDR attains the state radially arrayed from the center of the spacers BZ viewing in plane. The state of light leakage is nearly zero in the rubbing direction RDR and the direction perpendicular to the rubbing direction (a). At the time of the impression of the electric field EDR, the liquid crystal molecules LK are realigned with a twist of max. 45

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-160716

(43)公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
G 0 2 F . 1/1339	5 0 0	G 0 2 F 1/1339 5 0 0
1/1337	5 0 0	1/1337 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平9-324480

(22)出願日 平成9年(1997)11月26日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 志村 正人

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 井上 桂子

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(72)発明者 石井 正宏

千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内

(74)代理人 弁理士 武 顕次郎

最終頁に続く。

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】スペーサビーズ周辺の配向状態の変動を無くして高コントラストかつ表示ムラの無い横電界方式の液晶表示装置を得る。

【解決手段】少なくとも一方が透明で各対向面に配向膜を有する一対の基板の間に挟持されるスペーサビーズに垂直配向あるいは水平配向処理を施す。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一方が透明な一对の対向する絶縁基板と、前記一对の絶縁基板間に形成される一对の配向膜と、前記一对の配向膜間に挟持されるスペーサおよび液晶組成物と、前記基板面に略平行な電界成分を有する電界を印加する画素電極および対向電極と、少なくとも一枚の偏光板とを有する液晶表示装置において、前記スペーサが垂直配向処理あるいは水平配向処理されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】少なくとも一方が透明な一对の対向する絶縁基板と、前記一对の基板間で、略平行する方向あるいは略反平行する方向にラビング処理される一对の配向膜と、前記一对の配向膜間に挟持されるスペーサおよび液晶組成物と、前記基板面に略平行な横電界を印加する画素電極および対向電極と、前記一对の基板を挟持する一对の偏光板とを有する液晶表示装置において、前記電界が印加されない状態で、前記液晶表示装置を表示面の垂直方向から観察した場合、前記スペーサ近傍の光漏れのほぼ無い箇所方向と、前記ラビング処理による初期配向方法とのなす角 $\theta$ が、零度あるいは $\pm 45$ 度以内になるようにスペーサの表面が配向処理されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】少なくとも一方が透明な一对の対向する絶縁基板と、前記一对の基板間で、略平行する方向あるいは略反平行する方向にラビング処理される一对の配向膜と、前記一对の配向膜間に挟持されるスペーサおよび液晶組成物と、前記基板面に略平行な横電界を印加する画素電極および対向電極と、前記一对の基板を挟持する一对の偏光板とを有する液晶表示装置において、前記電界が印加されない状態で、前記スペーサ近傍の光漏れの減少する箇所が4箇所あるいは4箇所以上になるようにスペーサの表面が配向処理されていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】請求項1、2、あるいは3記載の液晶表示装置において、前記スペーサとして球状ビーズを用いることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項5】請求項1、2、あるいは3記載の液晶表示装置において、前記液晶組成物が正の誘電異方性を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】請求項2あるいは3記載の液晶表示装置において、前記一对の偏光板の光透過軸が互いに90度あるいは $90 \pm 10$ 度以内の角度をなし、上または下側の偏光板の光透過軸が上または下側のラビング方向と一致することを特徴とする液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置に係り、特に高コントラストで視野角特性が良好で、かつ輝度むらの少ない横電界方式アクティブマトリクス型の液晶表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】薄膜トランジスタ(TFT)に代表されるアクティブ素子を用いたアクティブマトリクス型の液晶表示装置は、薄く、かつ軽量という特徴とブラウン管に匹敵する、高画質の点から、OA機器等の表示端末として広く普及しつつある。

【0003】最近、一对の基板の一方に形成した2種の電極間で、基板に略平行な電界を形成し、この電界によって液晶(以下、液晶組成物とも言う)を動作させ、上記2種の電極の隙間から液晶に入射した光を変調して表示する方式(以下、横電界方式、あるいはインプレーン・スイッチング方式と称する)が、視野角が著しく広いという特徴をもつため、アクティブマトリクス型の液晶表示装置の有力な技術として注目を集めている。

【0004】この方式の主な特徴としては、主に特許出願公表平5-505247号公報、特公昭63-21907号公報、及び特開平6-160878号公報に記載されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記横電界方式に関する上記公報類に記載のアクティブマトリクス型液晶表示装置では、液晶層の厚み、所謂セルギャップを保持するためのスペーサ周辺の配向状態については考慮されておらず、スペーサ周辺の液晶の配向状態が乱されるため、スペーサ周辺の光透過状態は他の部分とは異なり、表示に悪影響を与えるという問題が発生する。この種のスペーサとしては、球状のスペーサ(以下、スペーサビーズ、あるいは単にビーズまたはスペーサとも言う)を用いるのが一般的である。

【0006】図14は従来の横電界方式の液晶表示装置において電界EDRを印加しない状態で2つの電極間で発生した球状スペーサビーズBZ周辺の光漏れの例を示す平面図である。

【0007】例えば、従来の横電界方式の液晶表示装置では、互いに平行な帯状の不透明な画素電極PXと不透明な対向電極CTとの間に電圧を印加することで基板面(図示せず)にほぼ平行で、電極の延在方向に垂直な方向に電界EDRを発生させる。

【0008】更に、例えば、ラビング方向RDRは、上下基板側で同一方向とし、配向膜をラビング処理する。更に、例えば、下偏光板の光透過軸はラビング方向RDRに一致させ、上偏光板の光透過軸は約90度ずらして配置(クロスニコル配置)させる。こうして、電界EDRを印加しない状態で、暗(黒)BLK表示させる、いわゆるノーマリブラックモードを構成できる。

【0009】しかし、従来の構成では、図14に示すように、スペーサBZ種辺からの光漏れLKが大きく、表示コントラストが著しく低下することが分かった。

【0010】図15は従来の液晶表示装置で観測されたラビング方向RDRに対する光漏れの部分LKの例を示

す平面図である。

【0011】すなわち、各球状ビーズBZ近傍の光漏れLKの状態を観察すると、球状ビーズBZの周囲全体を覆う球形状タイプ、あるいはラビング方向RDRを覆って広がっている2個の三日月状タイプから構成されていることが分かった。特に、2個の三日月状タイプでは、各三日月状パターン間の暗表示部分がラビング方向からずれるにつれ光漏れの面積が増加する傾向が観察された。

【0012】これらの光漏れは、推定原因として、スペーサ表面の影響によってスペーサ周辺の液晶の配向状態が乱されるため、スペーサ周辺の光透過状態は他の部分とは異なっており、表示に影響を与えていると考えられる。

【0013】特に、スペーサ表面を配向処理していないため、従来のスペーサを用いた場合には、液晶分子に対するスペーサの配向規制力が小さいため、周辺の液晶分子の配向状態がラビング条件、振動、衝撃等で容易に変化し、電界無印加時に図14に示すような球状ビーズBZの周囲全体を覆う球形状タイプ、あるいはラビング方向RDRを覆っている2個の三日月状タイプの光漏れが現れ、光漏れ量が増大し、表示品質、特にコントラストが低下することが分かった。

【0014】本発明の目的は、スペーサ周辺の配向状態が安定で、しかもプロセス変動、振動、衝撃に対しても信頼性が高く、表示ムラの少ない高コントラスト表示の横電界方式の液晶表示装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では以下の手段を用いる。

【0016】(1)少なくとも一方が透明な一对の対向する絶縁基板と、前記一对の絶縁基板間に形成される一对の配向膜と、前記一对の配向膜間に挟持されるスペーサおよび液晶組成物と、前記絶縁基板面に略平行な成分を有する電界を印加する画素電極および対向電極と、少なくとも一枚の偏光板とを有する液晶表示装置において、前記スペーサが垂直配向処理あるいは水平配向処理されていることを特徴とする。

【0017】(2)少なくとも一方が透明な一对の対向する絶縁基板と、前記一对の絶縁基板間で略平行な方向あるいは交差する方向にラビング処理される一对の配向膜と、前記一对の配向膜間に挟持されるスペーサおよび液晶組成物と、前期絶縁基板面に略平行な横電界を印加する画素電極および対向電極と、前記一对の絶縁基板を挟持する一对の偏光板とを有する液晶表示装置において、前記電界が印加されない状態で前記液晶表示装置の表示面の垂直方向から観察した場合、前記スペーサ近傍の光漏れのほぼ無い箇所と、前記ラビング処理による初期配向方向とのなす各φFが零度あるいは±45°

\*度以内になるようにスペーサの表面が配向処理されていることを特徴とする。

【0018】(3)少なくとも一方が透明な一对の対向する絶縁基板と、前記一对の絶縁基板間で略平行な方向あるいは交差する方向にラビング処理される一对の配向膜と、前記一对の配向膜間に挟持されるスペーサおよび液晶組成物と、前期絶縁基板面に略平行な横電界を印加する画素電極および対向電極と、前記一对の絶縁基板を挟持する一对の偏光板とを有する液晶表示装置において、前記電界が印加されない状態で前記スペーサ近傍の光漏れの減少する箇所が4箇所あるいは4箇所以上になるようにスペーサの表面が配向処理されていることを特徴とする。

【0019】(4)上記(1)(2)あるいは(3)において、前記スペーサとして球状ビーズを用いることを特徴とする。

【0020】(5)上記(1)(2)あるいは(3)において、前記液晶組成物が正の誘電異方正を有することを特徴とする。

【0021】(6)上記(2)あるいは(3)において、前記一对の偏光板の光透過軸が互いに90度あるいは90±10度以内の角度をなし、上側または下側の偏光板の光透過軸が上側または下側のラビング方向と一致することを特徴とする。

【0022】上記(1)～(6)の手段によれば、前記スペーサとして表面に配向処理層を設けたビーズ、あるいは配向処理したビーズを用いると、ビーズ表面での液晶配向は安定する。特に、適切な配向処理されたビーズでは、周辺での配向変化領域を小さくできるので、光漏れが小さくなり、高いコントラストが得られる。

【0023】なお、以下の説明では、ホモジニアス初期配向した得分子において、複屈折モードで表示する場合について記述する。

【0024】さらに、図9は本発明による横電界方式の液晶表示装置の動作原理の説明図であって、(a)

(b)は断面図、(c)(d)は平面図である。

【0025】そして、SUB1、SUB2は絶縁基板、CTは対向電極、PXは画素電極、DLはデータライン、PSVは絶縁層、BMはブラックマトリクス、FILはカラーフィルタ、OCはオーバーコート層、ORI1、ORI2は配向膜、POL1、POL2は偏光板、LCは液晶層、RDRはラビング方向、EDRは電界方向、MAX1、MAX2は各偏光板の最大透過軸方向を示す。

【0026】特開平6-160878号公報に詳しく記載されているが、一般に、一軸性複屈折媒体を直交配置した2枚の偏光板の間に液晶パネルを挿入した時の光透過率 $T/T_0$ は次式で表される。

【0027】

$$T/T_0 = \sin^2(2\alpha_{\text{eff}}) \cdot \sin^2(\pi d_{\text{eff}} \cdot \Delta n / \lambda) \cdots (1)$$

ここで、 $\alpha_{\text{eff}}$  は液晶組成物の実効的な光軸方向（光軸と偏光透過軸とのなす角）、 $d_{\text{eff}}$  は複屈折性を有する実効的な液晶組成物層の厚み、 $\Delta n$  は屈折率異方性、 $\lambda$  は光の波長を表す。

【0028】ここで、電極間に低電圧VLを印加した時に暗表示、高電圧HLを印加した時に明表示となるノーマリクローズ特性を得るには、偏光板の配置としては一方の偏光板の光透過軸（あるいは光吸収軸）をホモジニアス配向した液晶分子の初期配向方向（ラビング方向RDR）にほぼ平行、すなわち、 $\phi P1 = \phi LC1 = \phi LC2$  とし、他方の偏光板の光透過軸をこれに垂直、すなわち、 $\phi P2 = \phi P1 + 90^\circ$  度とする。

【0029】なお、面内で特定の方向にホモジニアス配向した液晶分子の初期配向状態は配向膜ORI1、ORI2を互いに平行あるいは反平行な方向にラビングすることで得られる。上記の反平行な方向とは向きが異なる平行方向の意味である。

【0030】この構成の横電界方式の場合、式(1)における $\alpha_{\text{eff}} = 0$ であるので、電界EDRの無印加時には、光透過率 $T/T_0$ も理想的には零となる。一方、電界の印加時には、その強度に応じて $\alpha_{\text{eff}}$  の値が増大し、45度の時に光透過率 $T/T_0$  は最大となる。

【0031】つまり、電界EDRを印加することで、中央部での液晶層の液晶分子LCの配向方向は図9の(b)(d)に示したように、基板平面とほぼ平行な状態で、ラビング方向RDRから、本例では時計回りにねじれ（ツイスト）回転し、約45度回転して、表示像は最大の透過率を示す。

【0032】まず、垂直配向されたビーズを用いた場合を説明する。

【0033】図2は電界の無印加時と電界EDR印加時の垂直配向ビーズ周辺の液晶分子LCの配向状態を模式的に示す平面図であって、(a)は電界無印加時、(b)は電界EDR印加時の垂直配向ビーズ周辺の液晶層の中央付近の液晶分子の配向状態を示す。

【0034】また、図3は配向膜ORI1、2間の液晶分子の配向状態を示す断面図であって、(a)は図2のA-A'線に沿った断面図、(b)は図2のB-B'線に沿った断面図を示す。

【0035】図3(a)に示したように、ラビング方向RDRの断面では、配向膜面に近い部分においては、スペーサ（ビーズ）近傍の液晶分子はスペーサ表面からはその表面と垂直方向に配向させる規制力が働くが、配向膜からは膜面とほぼ平行にプレチルト（Pretilt）配向させる規制力が働くので、両者が合成されて多少チルト角が大きくなる。一方、面内の初期配向方向はスペーサから離れた部分の液晶分子とはほぼ同一程度であると考えられる。

【0036】一方、図3(b)に示したように、ラビング方向RDRと垂直方向の断面では、ビーズ表面の配向

と液晶の配向とは互いに干渉し合い、スペーサ近傍の液晶分子はスペーサの表面に対して垂直方向の規制力を受け、ラビング方向に対し、90度ねじれた配向状態になると考えられる。

【0037】したがって、図2の(a)に示したように、電界EDRの無印加状態では、ビーズ表面における液晶層中央部付近の液晶分子の初期配向状態は、平面的に見ると、ビーズの中心から放射状に配列した状態になると考えられる。

【0038】光漏れの状態は、式(1)により、ラビング方向と、ラビング方向に垂直な方向では、 $\alpha_{\text{eff}} = 0$  度あるいは90度となるので、光透過率 $T/T_0$  はほぼ零となる。一方、液晶分子の配向方向がラビング方向に対し、45度あるいは-45度傾斜している部分は、図2の(a)に示したように、光が最も漏れる部分に対応していると考えられる。すなわち、光漏れの部分LKは、理想的な垂直配向処理をしている場合、4箇所光漏れ部分から構成されることになる。

【0039】電界印加時は、図2の(b)に示したように、電界によって液晶分子はラビング方向に対して最大約45度捻じれて再配向するが、スペーサから離れるにつれ、液晶分子の配向方向が45度以上変化する領域は減少し、しかも、ノーマリブラック特性のため、電界を増加するにつれ透過率も明表示になるため、光漏れの悪影響は無視できるようになる。

【0040】以上のことから、垂直配向ビーズを用いた場合、理想的な状態では、ツイストの殆どないホモジニアス初期配向した液晶分子において、ノーマリブラック特性の複屈折モードで表示すると、電界無印加時では4箇所光漏れが殆ど無い部分が発生し、配向処理をしないビーズに比べ、大幅に表示コントラストが工場することが分かる。

【0041】更に、電界印加時でも、横電界方式の場合、液晶層の中央部での液晶配向は図2の(b)に示したように基板面とほぼ平行であり、配向処理したビーズを用いた場合はビーズ近傍の配向の乱れは非常に少ないことが分かる。

【0042】次に、水平配向処理されたビーズを用いた場合について説明する。

【0043】水平配向ビーズ周辺の液晶分子LCの配向状態を便宜的に2つのモードに分けて説明する。

【0044】モード1の水平配向ビーズ周辺の液晶分子LCの配向状態を模式的に図4および図5に示した。

【0045】すなわち、図4(a)は電界無印加時、図4(b)は電界EDR印加時のモード1の水平配向ビーズ周辺の液晶層の中央付近の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。

【0046】また、図5(a)および(b)は図4(a)のA-A'切断線、及びB-B'切断線における配向膜ORI1、2間の液晶分子の配向状態を模式的に

示す断面図である。

【0047】図5(a)に示すように、ラビング方向RDRの断面では、スペーサ近傍の液晶分子はスペーサ表面に平行で、更に、配向膜面と平行であるが、ラビング方向とは90度異なる方向に規制力が働く。

【0048】したがって、スペーサから離れるにつれ、基板面に平行な液晶分子の初期配向方向がスペーサの表面に平行な状態から約90度変化すると、配向状態の乱れる部分が発生することになる。

【0049】一方、図5(b)に示したように、ラビング方向RDRと垂直方向の断面では、スペーサ近傍の液晶分子の配向状態は、その部分においても配向膜からの規制力とスペーサ表面の規制力とは合致し、スペーサから離れた液晶分子と同様に配向する。

【0050】したがって、図4(a)に示したように、電界EDR無印加時では、ビーズ表面における液晶層中央部付近の液晶分子の初期配向方向は、ラビングから生じる規制力よりビーズ表面の平行配向規制力が強い場合は、ビーズの中心からほぼ同心円状で、配向膜面に平行に配列した状態になると考えられる。

【0051】光漏れの状態は、式(1)により、ラビング方向とラビング方向に垂直な方向では、垂直配向ビーズの場合と同様に、 $\alpha_{eff} = 0$ 度あるいは90度となるので、光透過率 $T/T_0$ はほぼ零となる。一方、液晶分子の配向方向がラビング方向に対し45度あるいは-45度傾斜している部分は、この部分で図4(a)のように光が最も漏れる。すなわち、光漏れの部分LKは理想的なモード1の平行配向処理をしている場合、4箇所の光漏れ部分から構成されることになる。

【0052】電圧無印加時は、図4(b)のように、電界によって液晶分子はラビング方向に対して最大約45度捻じれて再配向するが、スペーサから離れるにつれ、液晶分子の配向方向が45度以上変化する領域は減少し、しかもノーマリブラック特性のため、電界を増加するにつれ透過率も明表示になるため、光漏れの悪影響は無視できるようになる。

【0053】以上のことから、理想的なモード1の配向ビーズを用いた場合も、垂直配向ビーズを用いた場合と同様、理想的な状態ではツイストの殆どないホモジニアス初期配向した液晶分子において、ノーマリブラック特性の複屈折モードで表示すると、電界無印加時では4箇所光漏れが殆ど無い部分が発生し、配向処理をしないビーズに比べ、大幅に表示コントラストが向上することが分かる。しかも、垂直配向ビーズを用いた場合に比べ、光漏れの部分がより減少する傾向があった。更に、電界印加時でも、横電界方式の場合、液晶層の中央部での液晶配向は図4(b)に示すように基板面とほぼ平行であり、モード1の水平配向ビーズを用いた場合は、ビーズ近傍の配向状態の乱れは非常に小さいことが分かる。

【0054】次に、モード2の水平配向ビーズ周辺の液晶分子LCの配向状態を模式的に図6及び図7に示す。

【0055】すなわち、図6(a)は電界無印加時、図6(b)は電界EDR印加時のモード2の水平配向ビーズ周辺の液晶層の中央部付近の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。

【0056】また、図7(a)、(b)は図6(a)のA-A'切断線、およびB-B'切断線における配向膜ORI1、2間の液晶分子の配向状態を模式的に示す断面図である。

【0057】図7(a)に示したように、ラビング方向RDRの断面では、スペーサ近傍の液晶分子はスペーサ表面に平行で、配向膜面と垂直方向に規制力が働き、液晶層の中央部ではほぼ90度のチルト角を有していると考えられる。

【0058】したがって、スペーサから離れるにつれ、液晶分子のディレクタの基板面と平行な方向の成分である初期配向方向はほぼ一定で、チルト角が約90度変化する配向状態の乱れる部分が発生することになる。

【0059】一方、図7(b)に示したように、ラビング方向RDRと垂直方向の断面では、スペーサ近傍の液晶分子はスペーサ表面に平行で、配向膜面と垂直方向に規制力が働き、液晶層の中央部ではほぼ90度のチルト角を有し、スペーサから離れるにつれ、液晶分子が捻じれながらチルト角が約90度変化する配向状態の乱れる部分が発生することになると考えられる。

【0060】したがって、図6(a)に示したように、電界EDR無印加状態では、ビーズ表面における液晶層中央部付近の液晶分子の初期配向状態は、平面的に見るとラビングから生じる規制力よりビーズ表面の平行配向規制力が強い場合は、ビーズの中心からほぼ同心円状で、配向膜面に垂直方向に配列した状態になると考えられる。

【0061】ここで、垂直方向に配向した部分を通過した光のレタデーションはほぼ零となるので、通行のTN、STNモードではこの部分から光が漏れ、表示品質を低下させることになる。しかし、この横電界方式の場合、上下の偏光板の透過軸あるいは吸収軸はほぼ直交に配置されているため、この部分からの光漏れは理想的にはほとんど無くなる。ただし、この部分からの光漏れは、理想的にはほとんど無くなる。ただし、この部分の周囲領域は、前記したように、配向状態の乱れる部分が発生するため、図6(a)に示すように、 $\alpha_{eff}$ の角度に依存して光漏れ領域LKが発生する。

【0062】ただし、この光漏れの領域は、モード1の場合より、更に減少する傾向があり、より高いコントラストを得ることができる。

【0063】電圧印加時は、図6(b)に示したように、電界によって液晶分子はラビング方向に対して最大約45度捻じれて再配置するが、スペーサから離れるに

つれ、液晶分子のチルト角が変化する領域は減少し、しかも、ノーマリブラック特性のため、電界を増加するにつれ透過率も明表示側に増えるため、光漏れの悪影響は無視できるようになる。

【0064】以上のことから、理想的なモード2の平行配向ビーズを用いた場合も、垂直配向ビーズを用いた場合と同様、理想的な状態では、ツイストのほとんど無いホモジニアス初期配向した液晶分子において、ノーマリブラック特性の複屈折モードで表示すると、電界無印加時では4箇所光漏れがほとんど無い部分が発生し、配向処理をしないビーズに比べ、大幅に表示コントラストが向上することが分かる。しかも、垂直配向ビーズやモード1の水平配向ビーズを用いた場合に比べ、電界無印加時の光漏れの部分がより減少する傾向があった。

【0065】ここで、配向処理剤で表面処理されたビーズを横電界方式以外の液晶表示素子に適用した例については、特公平2-15847号公報、特開平5-232478号公報に記載されている。

【0066】すなわち、特公平2-15878号公報に開示の発明では、従来の方式（ツイステッドネマチック方式）の液晶表示素子において、対向する上下基板（電極基板）間に形成された対向する電極間の間にスペーサと負の誘電異方性を有する液晶組成物を挟持し、前記電極基板の配向膜に縦（垂直）配向処理または傾斜配向処理を施した表示素子において、スペーサ近傍の配向不良部を減らすために、前記スペーサに有機シラン系の縦配向処理剤で表面処理する構成が記載されている。

【0067】ただし、この構成は、本発明の横電界方式と異なり、主に、当該電極間に電圧を印加し、液晶分子をほぼ基板に平行に配置した場合に問題となるスペーサ近傍の光漏れの対策である。更に、ラビング方向と光漏れの状態や電圧無印加時の光漏れの状態については記載がない。

【0068】更に、特開平5-232478号公報では、従来のTN（ツイステッドネマチック）方式の液晶表示素子において、対向する上下基板間に形成された対向する電極間の間にスペーサと液晶組成物を挟持し、前記電極基板の表面の配向膜にラビング処理を施し、90度捻じれたTNモードあるいは180度乃至270度捻じれたSTN（スーパーツイステッドネマチック）モードの表示において、スペーサ近傍の配向不良部を減らし、表示コントラストを向上させるために、前記スペーサに配向処理、特に垂直配向処理剤で表面処理する構成が記載されている。

【0069】すなわち、この構成は、本発明の横電界方式とは異なり、当該電極間に電圧を印加した場合に、液晶分子は縦方向電界によりほぼ基板に垂直に配列し、スペーサ近傍の光漏れが顕著となる。更に、ラビング方向と光漏れの状態については記載がない。

【0070】

【発明の実施の形態】本発明の目的および特徴、本発明のさらに他の目的および特徴は、図面を参照した以下の説明から明らかとなるであろう。

【0071】〔実施例1〕以下、本発明の実施の形態につき、アクティブ・マトリクス方式のカラー液晶表示装置に本発明を適用した実施例を説明する。なお、以下で説明する図面で、同一機能を有するものは同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

【0072】〈マトリクス部（画素部）の平面構成〉図10は本発明を適用したアクティブ・マトリクス方式の液晶表示装置の1画素とその周辺を示す平面図である。

【0073】図10に示すように、各画素は走査信号線（ゲート信号線または水平信号線）GLと、対向電圧信号線（対向電極線）CLと、隣接する2本の映像信号線（ドレイン信号線または垂直信号線）DLとの交差領域内（4本の信号線で囲まれた領域内）に配置されている。各画素は薄膜トランジスタTFT、蓄積容量Cstg、画素電極PX、および対向電極CTを含む。走査信号線GL、対向電圧信号線CLは、図では左右方向に延在し、上下方向に複数本配置されている。映像信号線DLは上下方向に延在し、左右方向に複数本配置されている。画素電極PXは薄膜トランジスタTFTと接続され、対向電極CTは対向電圧信号線CLと一体になっている。

【0074】映像信号線DLに沿って上下に隣接する2画素では、図10のA-A線で折曲げたとき、平面構成が重なり合う構成となっている。これは、対向電圧信号線CLを映像信号線DLに沿って上下に隣接する2画素で共通化し、対向電圧信号線CLの電極幅を拡大することにより、対向電圧信号線CLの抵抗を低減するためである。これにより、外部回路から左右方向の各画素の対向電極CTへ対向電圧を十分に供給することが容易となる。

【0075】画素電極PXと対向電極CTは互いに対向し、各画素電極PXと対向電極CTとの間の電界により、液晶LCの光学的な状態を制御し、表示を制御する。画素電極PXと対向電極CTは櫛歯状に構成され、それぞれ図の上下方向に細長い電極となっている。

【0076】1画素内の対向電極CTの本数O（櫛歯の本数）は、画素電極PXの本数（櫛歯の本数）Pと $O = P + 1$ の関係を必ず持つように構成する（本実施例では、 $O = 3$ 、 $P = 2$ ）。これは、対向電極CTと画素電極PXを交互に配置し、かつ、対向電極CTを映像信号線DLに必ず隣接させるためである。これにより、対向電極CTと画素電極PXの間の電界が、映像信号性DLから発生する電界から影響を受けないように、対向電極CTで映像信号線DLからの電気力線をシールドすることができる。

【0077】対向電極CTは、後述の対向電圧信号線CLにより常に外部から電位を供給されているため、電位



は安定している。そのため、映像信号線DLに隣接しても電位がほとんどない。また、これにより、画素電極PXの映像信号線DLからの幾何学的な位置が遠くなるので、画素電極PXと映像信号線DLの間の寄生容量が大幅に減少し、画素電極電位Vsの映像信号電圧による変動も抑制できる。これらにより、上下方向に発生するクロストーク（縦スミアと呼ばれる画質不良）を抑制することができる。

【0078】画素電極PXと対向電極CTの電極幅はそれぞれ6 $\mu$ mとする。また、映像信号線DLの電極幅は断線を防止するために、画素電極PXと対向電極CTに比較して若干広い8 $\mu$ mとする。

【0079】一方、画素電極PXと対向電極CTの間の電極間隔は、用いる液晶材料によって変える。これは、液晶材料によって最大透過率を達成する電界強度が異なるため、電極間隔を液晶材料に応じて設定し、用いる映像信号駆動回路（信号側ドライバ）の耐圧で設定される信号電圧の最大振幅の範囲で、最大透過率が得られるようにするためである。後述する液晶材料を用いると、電極間隔は16 $\mu$ mとなる。

【0080】また、本実施例では、電極を全てTFT基板側に配置しているが、特に、対向電極CTおよび対向電圧信号線CLは、対向基板側にあってもよく、これも本発明の範疇に含まれるものである。

【0081】〈マトリクス部（画素部）の断面構成〉図11は図10の3-3切断線における断面図である。この図において、液晶層LCを基準にして下部基板（上部透明ガラス基板）SUB1側には薄膜トランジスタTFT、蓄積容量Cstg および電極群が形成され、上部基板（上部透明ガラス基板）SUB2側にはカラーフィルFIL、遮光用ブラックマトリクスパターンBMが形成されている。

【0082】また、上下の基板SUB2とSUB1のそれぞれの外側の表面には、偏光軸が直交して配置された（クロスニコル配置）偏光板POL1、POL2が設けられている。

【0083】〈対向電極CT〉対向電極CTはゲート電極GTおよび走査信号線GLと同層の導電膜g1で構成されている。また、対向電極CT上にもアルミニウムの陽極酸化膜AOFが設けられている。対向電極CTには対向電圧Vcomが印加されるように構成されている。本実施例では、対向電圧Vcomは映像信号線DLに印加される最小レベルの駆動電圧Vdminと最大レベルの駆動電圧Vdmaxとの中間直流電位から、薄膜トランジスタ素子TFTをオフ状態にするときに発生するフィールドスルー電圧 $\Delta V_s$ 分だけ低い電位に設定されるが、映像信号駆動回路で使用される集積回路の電源電圧を約半分に低減したい場合は、交流電圧を印加すればよい。

【0084】〈画素電極PX〉画素電極PXはソース電極SD1、ドレイン電極SD2と同層の第2導電膜d

2、第3導電膜d3で構成されている。また、画素電極PXはソース電極SD1と一体に形成されている。

【0085】〈蓄積容量Cstg〉画素電極PXは、薄膜トランジスタTFTと接続される端部と反対側の端部において、対向電圧信号線CLと重なるように形成されている。この重ね合わせは、図10からも明らかなように、画素電極PXを一方の電極PL2とし、対向電圧信号線CLを他方の電極PL1とする蓄積容量（静電容量素子）Cstgを構成する。この蓄積容量Cstgの誘電体膜は、薄膜トランジスタTFTのゲート絶縁膜として使用される絶縁膜GIおよび陽極酸化膜AOFで構成されている。

【0086】図10に示すように、平面的には、蓄積容量Cstgは対向電圧信号線CLの導電膜g1の幅を広げた部分に形成されている。

【0087】次に、本発明の特徴である液晶層、配向膜、偏光板等について説明する。

【0088】〈液晶層〉液晶材料LCとしては、誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ が正で、その値が13.2、液晶分子の光学軸に平行な方向の比誘電率 $\epsilon_{\parallel}$ が約17.6、垂直な方向の比誘電率 $\epsilon_{\perp}$ が約4.4、屈折率異方性 $\Delta n$ が0.081（589nm、29°Cでの値）、正常光屈折率 $n_0$ が1.465、異常光屈折率 $n_e$ が1.546のネマティック液晶を用いる。液晶層の厚みは3.9 $\mu$ mとし、リタデーション $\Delta n \cdot d$ は0.316 $\mu$ mとする。このリタデーション $\Delta n \cdot d$ で、後述の液晶の初期配向角および偏光板の配置の場合、最大コントラスト比を得ることができる。液晶層の厚みはポリマービーズ（スペーサー）で制御している。

【0089】なお、液晶材料LCは、特に限定されるものではないが、誘電率異方性 $\Delta\epsilon$ は、その値が大きい方が駆動電圧を低減することができ、また回転に関する弾性定数K2はその値が小さいほど駆動電圧を低減することができる。

【0090】〈配向膜〉本実施例では、配向膜としてはポリイミドを用いる。以下、この配向膜について説明する。

【0091】図1(b)に配向膜のラビング方向RDRと、偏光板の透過軸方向MAXと、電界の印加方向EDRとの関係を示す。

【0092】下基板側の配向膜ORI1は、ラビング方向RDR1にラビングされる。また、上基板側の配向膜OR2は、ラビング方向RDR2にラビングされる。

【0093】ここで、各液晶分子の初期配向状態はチルト方向と初期配向方向で規定される。本実施例では液晶分子のディレクタの方向のうち、液晶層の表示するための表面に対し、垂直方向をチルト方向、面内成分の方向を初期配向方向とする。

【0094】また、初期配向角 $\phi$ LCは、横電界の面内方向に対し、反時計回りを正方向と規定し、-90度以

上90度以下の角度において規定する。すなわち、ラビング方向RDRとその逆方向とのどちらかにおいて、横電界の面内方向に対し-90度以上90度以下の範囲の方向を初期配向方向とする。下基板側の配向膜ORI1表面上の液晶分子は初期配向角 $\phi$ LC1を有し、また、上基板側の配向膜ORI2表面上の液晶分子は初期配向角 $\phi$ LC2を有する。

【0095】実施例1では、ラビング方向RDR1、RDR2は同一方向RDR（平行ラビング）とし、印加電圧方向EDRとのなす角度は75度とする。したがって、上下基板海面での液晶層の液晶分子のチルト角の配向がスプレイ状態となり、液晶分子が互いに光学特性を補償する効果を出し、広い視角特性は得られる。

【0096】しかし、液晶層内の液晶分子のチルト角をパラレル状態になるようにラビング方向RDR1とRDR2を逆方向（反平行ラビング）としても、プレチルト角が10度以下であれば広い視角特性が得られることが分かっている。

【0097】初期配向角 $\phi$ LC1= $\phi$ LC2= $\phi$ LCは75度になる。つまり、電界無印加状態では、ほとんど全ての液晶分子は初期配向角 $\phi$ LCが75度と一定で、基板面に平行でツイストの無いホモジニアス配向状態となっている。

【0098】偏光板POLとしては、日東電工社製G1220DU（商品名）を用い、下基板側の偏光板POL1の偏光透過軸MAX1をラビング方向EDRと一致させ、上側の偏光板POL2の偏光透過軸MAX2を下側の偏光板POL1の偏光透過軸MAX1に直交させる。図1（b）にその関係を示す。

【0099】これにより、画素電極PXと対向電極CTの間の印加電圧を増加させるに伴い、透過率が徐々に上昇して明表示になるノーマリブラック特性を得ることができる。

【0100】また、上側の偏光板POL2の偏光透過軸MAX2と下側の偏光板POL1の偏光透過軸MAX1の関係は、互いに入れ換えても同等の特性を得ることができる。

【0101】〈スぺーサ〉液晶製造工程では、下基板SUB1と上基板SUB2をそれぞれ洗浄した後、各基板上にポリイミド系の配向膜を塗布、焼成し、その表面をラビング処理する。そして、表示部に表面を配向処理した直径約4 $\mu$ mのポリマービーズ（スぺーサビーズ）を散布密度が約200個/mm<sup>2</sup>となるように散布し、周囲にシール剤としての接着剤を塗布して両基板を貼り合わせ、接着剤を硬化させる。その後、誘電率異方性が正で屈折率異方性が約0.081の液晶を封入する。

【0102】なお、実施例1では積水ファインケミカル社製のポリマービーズSP2040（商品名）の表面をドデシルトリメチルアンモニウムクロライドにて処理し、表面を垂直配向性に改質したものをスぺーサビーズ

として用いた。この他、表面処理の方法としては、ドデシルトリエチルアンモニウムクロライドや、ドデシルトリエチルオキシシラン等の有機シラン系処理剤にて処理したものを用いる方法がある。あるいは、特開平7-333623号公報の第3頁、左欄第14乃至50行に記載されている重合体のうち、加水分解性のシリル基とメルカプト基を有する単量体Aの存在下で、表面に重合させる単量体Bとして長鎖アルキル基を有するもの、例えばステアリルアクリレート、ラウリルメタクリレート等を重合させたポリマービーズを用いる方法がある。

【0103】なお、スぺーサビーズとして使用したポリマービーズの比誘電率は2.9、ポリマービーズの屈折率は1.57である。

【0104】〈液晶表示装置全体の等価回路〉図12は表示マトリクス部の等価回路とその周辺回路の結線図である。この図は回路図であるが、実際の幾何学的配置に対応して描かれている。ARは複数の画素を二次元状に配列したマトリクス・アレイである。

【0105】図中、Xは映像信号線DLを表し、添字G、BおよびRはそれぞれ緑、青および赤の各画素に対応して付加されている。Yは走査信号線GLを表し、添字1、2、3、・・・、endは走査タイミングの順序に従って付加されている。

【0106】走査信号線Y（添字省略）は垂直走査回路Vに接続されており、映像信号線X（添字省略）は映像信号駆動回路Hに接続されている。

【0107】SUPは1つの電圧源から分圧した複数の安定化された電圧源を得るための電源回路やホスト（上位演算処理装置：ホストコンピュータ）からのCRT（陰極線管）用の表示情報をTFT液晶表示装置用の情報に変換する回路を含む回路である。

【0108】〈液晶表示モジュールの全体構成〉図13は液晶表示装置を表示デバイスとして一体化した液晶表示モジュールMDLの各構成部材を示す展開斜視図である。

【0109】図13において、SHDは金属板からなる枠状のシールドケース（メタルフレームとも言う）、LCWはその表示窓、PNLは液晶表示パネル、SPBは光拡散板、LCBは導光体、RMは反射板、BLはバックライト蛍光管、LCAはバックライトケースであり、図に示すような上下の配置関係で各部材が積み重ねられて液晶表示モジュールMDLが組立てられる。

【0110】モジュールMDLは、シールドケースSHDに設けられた爪とバックライトケースLCAに形成したフックによって全体が固定される。

【0111】バックライトケースLCAは、バックライト蛍光管BL、光拡散板SPB、導光体LCB、反射板RMを収納する形状になっており、導光体LCBの側面に配置されたバックライト蛍光管BLからの光を導光体LCB、反射板RM、光拡散板SPBにより表示面で一

様な分布の照明光が得られるように液晶表示パネルPNL方向に射出する。

【0112】バックライト蛍光管BLに接続されたインバート回路基板PCB3は、当該バックライト蛍光管BLを駆動する電源である。

【0113】〈実施例1の液晶表示装置の特性〉実施例1の液晶表示装置においては、暗表示時のスペーサビーズBZ周辺からの光漏れは、図1(a)に示したようになり、前述したような4箇所の光漏れ部分LKが観察でき、しかも、光漏れの範囲は、最大でもビーズの中心から半径の2倍以内の範囲に限定される。このため、図18の曲線31で示す透過率T-印加電圧Vs曲線が得られ、表示コントラストは約120となり、十分なコントラストが得られる。なお、印加電圧Vsは、画素電極PXと対向電極CT間に印加される実効電圧である。

【0114】また、使用規定内の振動、衝撃を与えても変化することがないという効果も見られる。さらに、視角方向を変えたときの明るさの変化が小さく、視角特性が大きく改善された液晶表示装置が得られた。

【0115】次に、本発明の効果を明確にするために、比較例を示す。

【0116】〈比較例1〉スペーサビーズとして、表面処理しない積水ファインケミカル社製のポリマービーズSP2040(商品名)を用いる以外は実施例1と同様の液晶表示装置を作製した。

【0117】暗表示時のスペーサビーズ周辺からの光漏れは、図15(a)に示したようになり、球状ビーズBZの周囲全体を覆う球形状タイプの光漏れLKの範囲は、最大範囲で、スペーサビーズの中心から半径の4倍まで広がることもあり、ほぼ画素電極PX、対向電極CT間の間隙にまたがって拡大する場合もあった。

【0118】すなわち、図16(a)は電界無印加時の配向処理しないスペーサビーズ周辺の液晶層の中央付近の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。また、図17(a)、(b)は図16(a)のA-A'切断線、およびB-B'切断線における配向膜ORI1、ORI2間の液晶分子の配向状態を模式的に示す断面図である。

【0119】図17(a)、(b)に示したように、ラビング方向RDRの断面では、配向膜面に近い部分においては、スペーサビーズ近傍の液晶分子はスペーサビーズ表面からはランダムな方向の配向規制力が働き、配向状態の乱れる部分が広範囲に及ぶ。

【0120】したがって図16(a)に示したように、電界EDRの無印加状態では、スペーサビーズ表面における液晶層中央部付近の液晶分子の初期配向方向は、平面的にみるとランダムな方向に配列した状態になると考えられる。

【0121】このため、図18の曲線30に示す透過率T-印加電圧Vs曲線が得られ、表示コントラストは7

0乃至50以下となり、コントラストは実用上不十分なものとなる。

【0122】〈比較例2〉スペーサとして、表面処理しない積水ファインケミカル社製のポリマービーズSP2040(商品名)を用いる以外は実施例1と同様の液晶表示装置を作製した。ただし、光漏れLK部分はラビング方向RDRを覆っている2個の三日月状タイプから構成されており、特に2個の三日月状タイプでは、各三日月状パターン間の暗表示部分がラビング方向からずれるにつれて光漏れの面積が増加する傾向が観察された。

【0123】図16(b)は三日月状タイプ光漏れを生じる電圧無印加時のスペーサビーズ周辺の液晶層の中央付近の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。

【0124】図16(b)に示したように、配向処理をしていなくとも多少の配向規制力がビーズ表面付近に存在すると考えられ、例えばモード1の水平配向規制力が存在する場合を想定している。しかし、この2個の三日月状タイプ光漏れの範囲は、球状タイプ光漏れほど広範囲では無いが、表示コントラストは70以下となり、実用上不十分であった。

【0125】〔実施例2〕スペーサとして、積水ファインケミカル社製のポリマービーズSP2040(商品名)をポリイミド配向膜液に浸して引上げ、180度の恒温槽内で1時間焼成し、水平配向処理したスペーサビーズを用いる以外は、実施例1と同様の液晶表示装置を作製した。

【0126】暗表示時のスペーサ周辺からの光漏れは、図4(a)あるいは図6(a)に示したようになり、図18の曲線31で示す透過率T-印加電圧Vs曲線が得られ、表示コントラストは150と高くなった。

【0127】水平配向処理の場合、モード1およびモード2の複合モードも存在すると考えられるが、垂直配向処理の場合よりは、更に光漏れ領域が減少する傾向があった。また、振動を与えても変化することがないという効果も得られた。

【0128】なお、スペーサビーズの配向処理は、上記以外に、親水性の官能基として、例えば、-OH、-OCH<sub>3</sub>、-COCH<sub>3</sub>、-COOH等を表面に出せるような水平配向処理が適用できる。

【0129】更に、スペーサとして使用するポリマービーズの比誘電率としては4.4以下が好ましく、実施例2で使用したポリマービーズの比誘電率は2.9であり、液晶組成物の比誘電率 $\epsilon_{\parallel}$ と比誘電率 $\epsilon_{\perp}$ より小とした。

【0130】横電界方式では、液晶組成物の比誘電率がスペーサビーズの比誘電率より小さい場合、電気力線がスペーサビーズの内部で粗となり、電極間で発生する電界EDRがスペーサビーズの周辺を沿うように湾曲する。この電界は液晶分子をスペーサビーズ表面に平行に

配向させるように働くので、垂直配向性のスペーサビーズではスペーサビーズ表面の液晶配向を乱すが、平行配向性のスペーサビーズでは周辺配向の乱れを抑制する効果がある。したがって、横電界方式においては、垂直配向性のスペーサビーズよりは平行配向性のスペーサビーズの方が駆動状態でのスペーサビーズ周辺の液晶の配向の安定性が高くなると考えられる。

【0131】更に、スペーサビーズとして使用するポリマービーズの屈折率は1.57であり、この値は液晶組成物の正常光屈折率と異常光屈折率に近く、光の屈折の乱れを抑制することができる。

【0132】〔実施例3〕図8(a)は実施例1と同様の垂直配向処理するが配向処理時間を短縮する等により弱い配向規制力を有するスペーサビーズを使用して作製した液晶表示装置において、50G(450m/sec<sup>2</sup>)以上の強い衝撃を与えた場合の4箇所光漏れ部分の変化の様子を示す。

【0133】4箇所の光漏れのほとんど無い部分で、ラビング方向RDRと、ラビング方向近傍で光漏れのほとんど無い箇所とスペーサビーズBZの中心とを結ぶ方向とのなす角を $\phi F$ とすると、 $\phi F$ が大きくなるにつれ、光漏れの領域は増加し、45度以上になると、前記した比較例2に示した2個の三日月状タイプにほぼ形状が一致し、表示コントラストが7.0以下に低下することが分かった。このため、角 $\phi F$ としては45度以下、好ましくは30度以下となるように良品の選定を行い、表示コントラスト100以上を得た。

【0134】更に、図示しないが、スペーサビーズ表面での水平配向規制力あるいは垂直配向規制力の弱い場合では、強い振動や衝撃を与えると、光漏れの領域が増加する場合が発生した。つまり、通常は4箇所光漏れがほとんど無い部分が、強い振動や衝撃を与えると部分的に黒状態の透過率が変化し、2個の三日月状タイプ光漏れに変化し、表示領域の特定の部分で光漏れが大きい白ムラ不良となった。

【0135】すなわち、スペーサビーズ表面での配向規制力は、弱すぎると振動や衝撃により表示不良が発生することが分かった。

【0136】〔実施例4〕下基板側の偏光板POL1の偏光透過軸MAX1をラビング方向RDRと一致させ、上基板側の偏光板POL2の偏光透過軸MAX2を下基板側の偏光板POL1の偏光透過軸MAX1に平行に配置し、低電圧V<sub>L</sub>印加時に明表示、高電圧印加時に暗表示となるノーマリホワイト特性とする以外は、前記実施例1、2と同様の液晶表示装置を作製した。

【0137】これにより、画素電極PXと対向電極CTの間の印加電圧を増加させるに伴い、透過率が徐々に低下し暗表示状態になるノーマリホワイト特性を得ることができる。

【0138】図18に配向処理をしたスペーサビーズを

使用した場合の光学特性33と配向処理しないスペーサビーズを使用した場合の光学特性32の差を示す。

【0139】ノーマリホワイト特性の場合は、低電圧V<sub>L</sub>印加時に明表示となるため、スペーサビーズ周辺での暗表示部分の影響は無視できるが、高電圧V<sub>H</sub>印加時に暗表示となる場合に配向状態の乱れがあると、表示コントラストが低下する。

【0140】すなわち、配向処理しないスペーサビーズでは、電界印加時でも図17に示したように、配向状態の乱れた範囲がより広いため、黒レベルが十分に低下しなくなる。

【0141】〔実施例5〕実施例1から4はツイストのほとんど無いホモジニアス初期配向した液晶分子において、複屈折モードで表示する場合について説明した。

【0142】しかし、初期配向状態で、ラビング方向RDR1、RDR2を上下配向膜側で90度ずらし、90度ツイストしたホモジニアス初期配向した液晶分子において、複屈折モードで表示する場合においても、配向処理したスペーサビーズを使用すると表示コントラストが向上する。

【0143】この場合、ビーズBZからの光漏れLKの形状は、電圧無印加時、電圧印加時共に球状タイプの光漏れ形状となったが、配向処理スペーサビーズを使用すると、その面積がスペーサビーズの半径の2倍以内に抑制でき、表示コントラストも100以上となる。

【0144】以上、本発明を実施例1乃至6の構成により説明したが、これらの実施例のみでなく、例えば横電界方式で、複屈折モードのみでなく、旋光性モードで表示する構成とした場合にも同様に適用可能であり、本発明の範疇に含まれる。

【0145】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、スペーサとしてその表面に適切な配向処理を施したビーズを用いることで、当該スペーサビーズの周辺での配向変化領域を小さくでき、光漏れが小さく、安定した高コントラストの横電界方式野液晶表示装置を得ることができる。

【0146】また、スペーサビーズ表面での液晶配向が安定するので、運搬等において液晶表示装置に振動や衝撃が加わった場合に、当該振動や衝撃の振幅が大きい部分での液晶が移動してもスペーサビーズ周辺の配向が変化せず、光漏れが大きくなることはない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による液晶表示装置における暗表示時のスペーサビーズ周辺からの光漏れの状態および配向膜のラビング方向と偏光板の透過軸方向と電界の印加方向の説明図である。

【図2】本発明による液晶表示装置における電界の無印加時と印加時の垂直配向スペーサビーズ周辺の液晶層の中央部分の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図で

ある。

【図3】図2のA-A' 切断線およびB-B' 切断線における配向膜間の配向状態を模式的に示す断面図である。

【図4】本発明による液晶表示装置における電界の無印加時と印加時のモード1の水平配向スペーサビーズ周辺の液晶層の中央付近の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。

【図5】図4のA-A' 切断線およびB-B' 切断線における配向膜間の液晶分子の配向状態を模式的に示す断面図である。

【図6】本発明による液晶表示装置における電界の無印加時と印加時のモード2の水平配向スペーサビーズ周辺の液晶層の中央付近の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。

【図7】図6のA-A' 切断線およびB-B' 切断線における配向膜間の液晶分子の配向状態を模式的に示す断面図である。

【図8】弱い配向規制力を有するスペーサビーズを使用して作製した液晶表示装置に強い衝撃を与えた場合の4箇所の光漏れ部分の変化の様子を示す平面図である。

【図9】本発明による横電界方式の液晶表示装置の動作原理の説明図である。

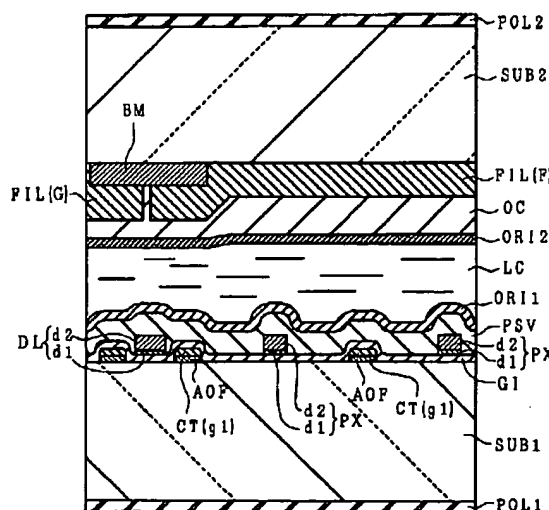
【図10】本発明による液晶表示装置の1画素とその周辺を説明する平面図である。

【図11】図10の3-3切断線の沿った断面図である。

【図12】本発明による液晶表示装置の表示マトリクス

【図11】

図 11



部の等価回路とその周辺回路の結線図である。

【図13】本発明による液晶表示装置を表示デバイスとして組み立てた液晶表示モジュールの各構成部材を説明する展開斜視図である。

【図14】従来の横電界方式の液晶表示装置における電界無印加状態での球状スペーサビーズ周辺の光漏れの一例を説明する平面図である。

【図15】従来の液晶表示装置で観察された配向処理しないスペーサビーズを使用した場合の暗表示時のラビング方向に対するスペーサビーズ周辺からの光漏れの部分の一例を示す平面図である。

【図16】電界無印加時の配向処理しないビーズ周辺の液晶層の中央付近の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。

【図17】図16のA-A' 切断線およびB-B' 切断線における配向膜間の液晶分子の配向状態を模式的に示す断面図である。

【図18】配向処理をしたスペーサを使用した場合の光学特性と配向処理しないスペーサを使用した場合の光学特性の差を示す等価率-印加電圧の特性曲線図である。

【符号の説明】

BZ スペーサビーズ

LZ 暗表示時のスペーサビーズ周辺からの光漏れ状態

RDR 配向膜のラビング方向

MAX 偏光板の透過軸方向

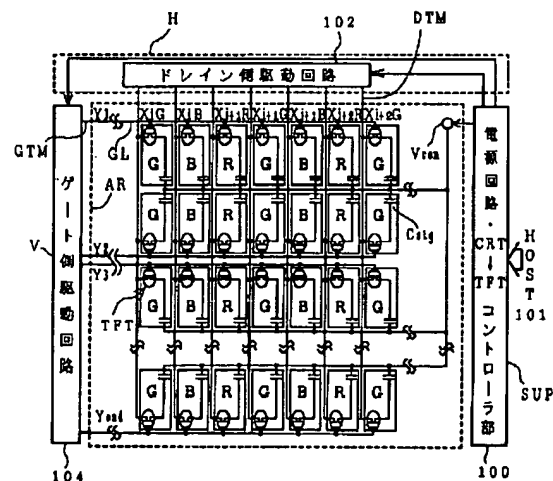
EDR 電界の印加方向

PX 画素電極

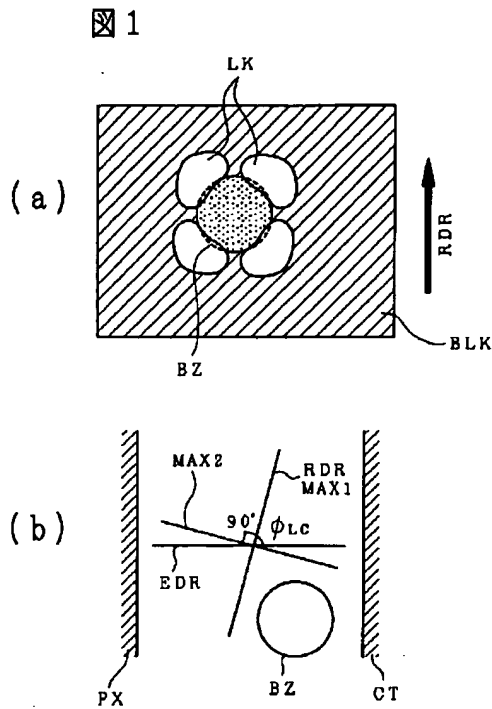
CT 対向電極。

【図12】

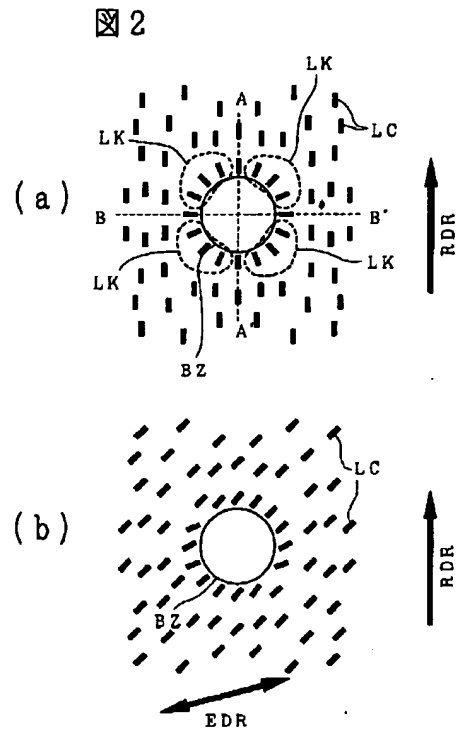
図 12



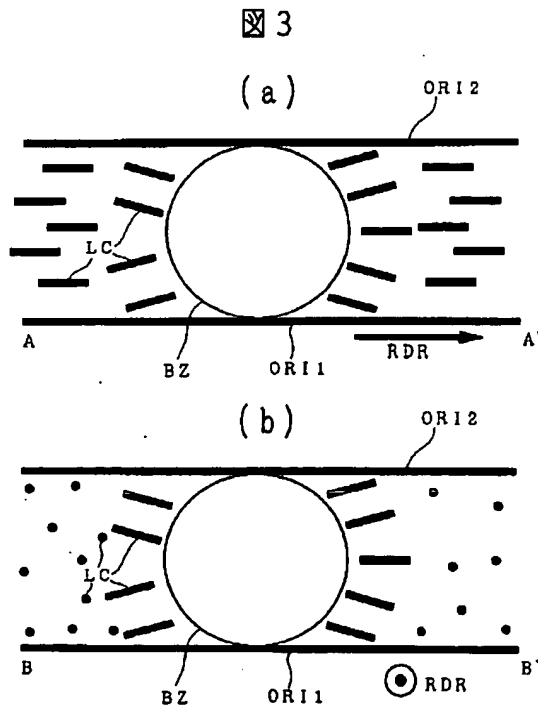
【図1】



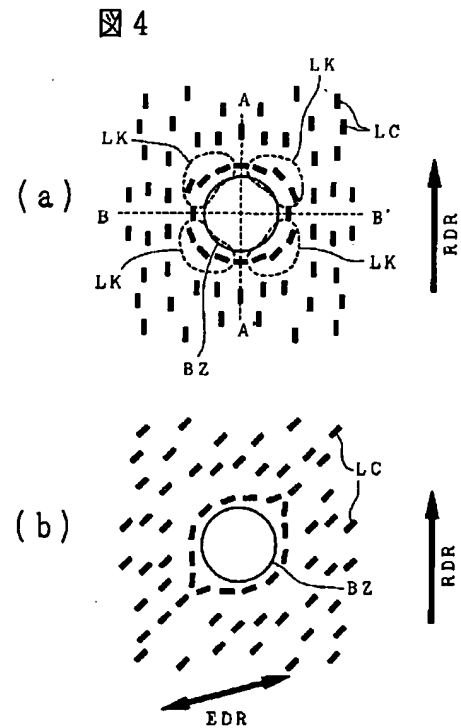
【図2】



【図3】

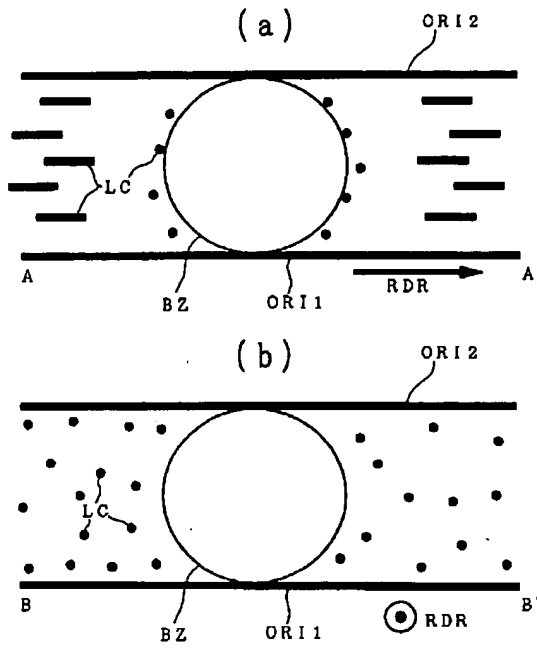


【図4】



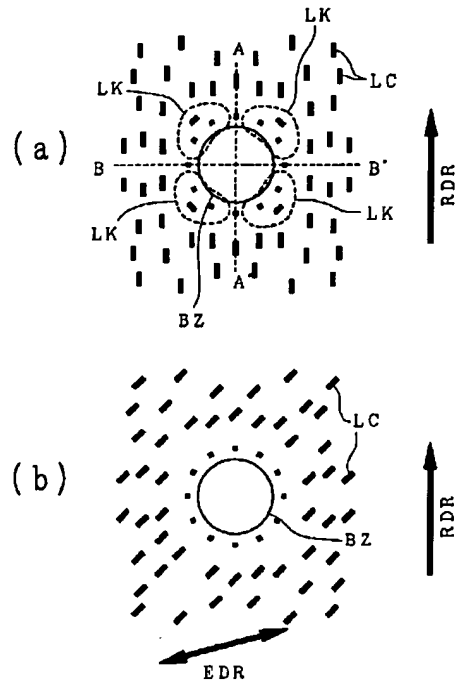
【図5】

図 5



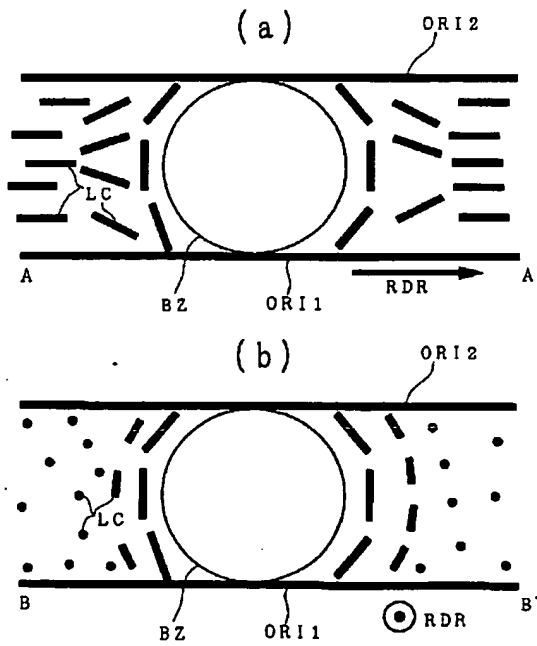
【図6】

図 6



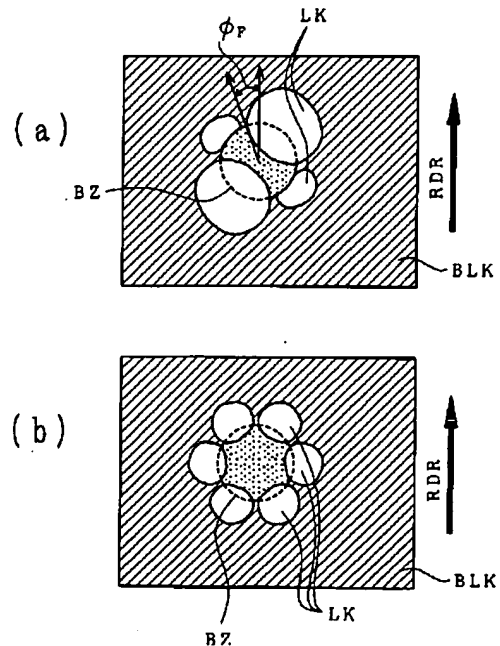
【図7】

図 7



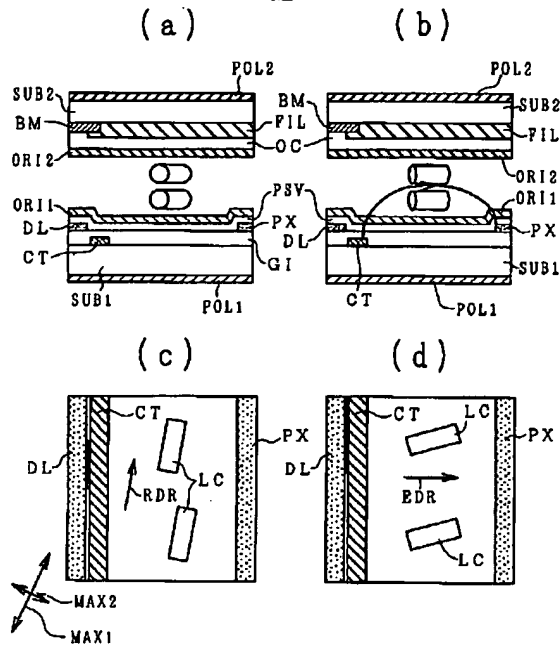
【図8】

図 8



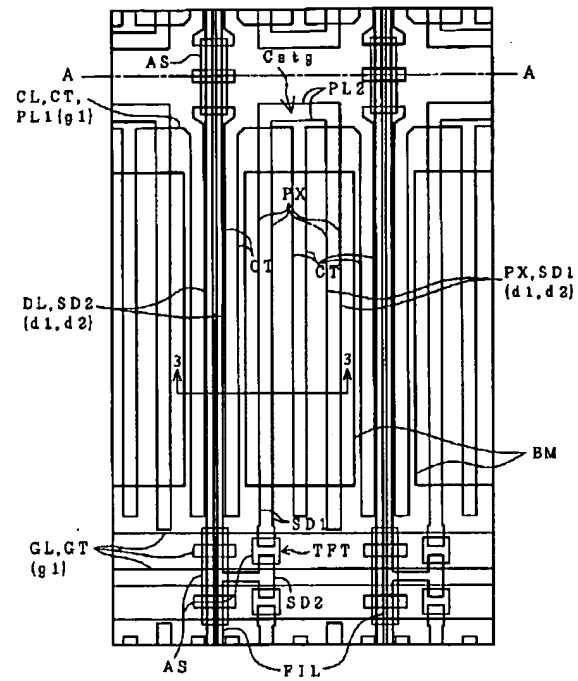
【図9】

図 9



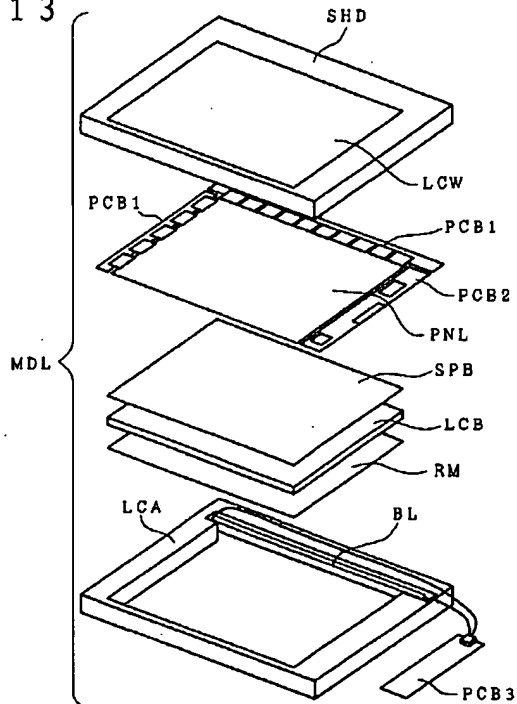
【図10】

図 10



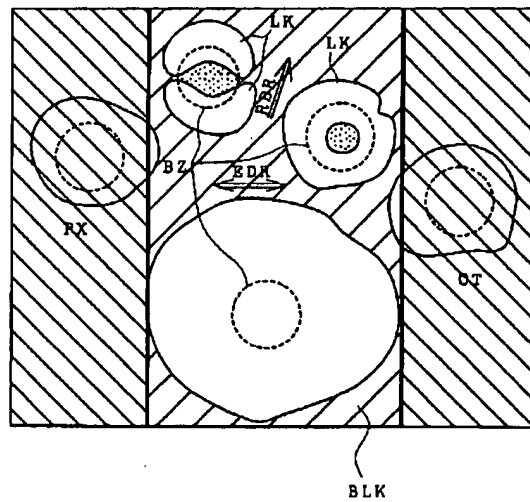
【図13】

図 13



【図14】

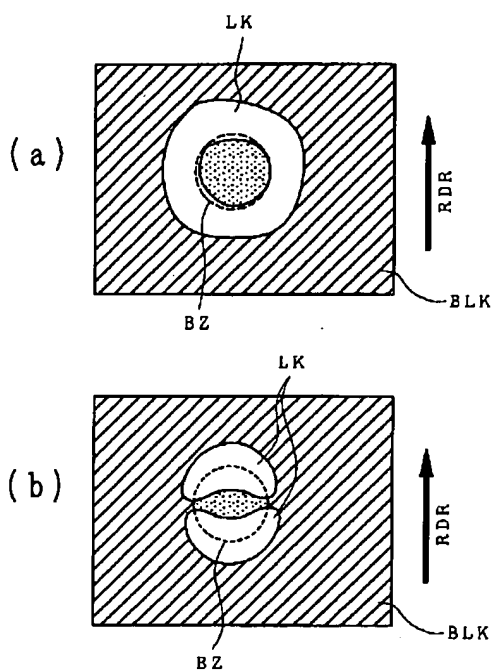
図 14





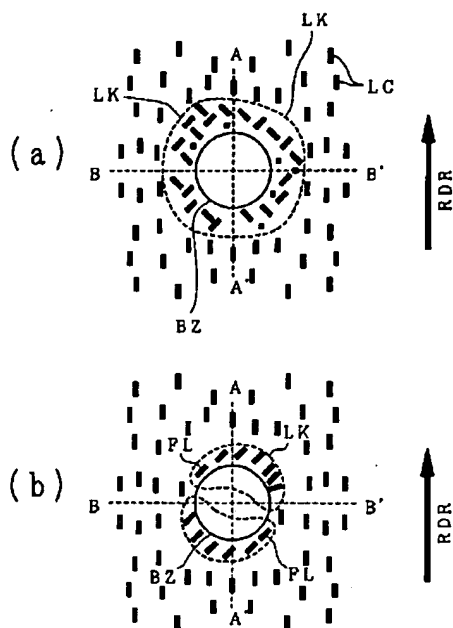
【図15】

図15



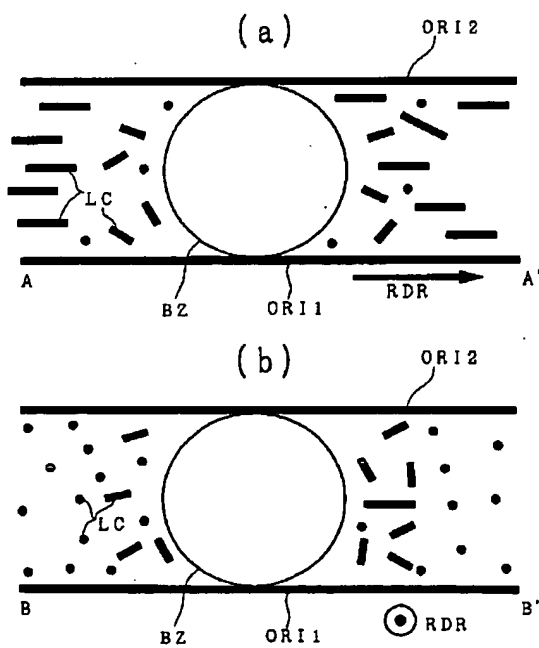
【図16】

図16



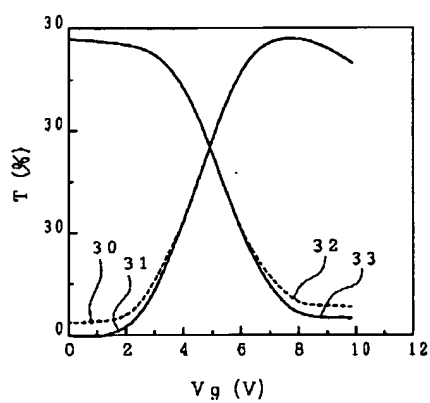
【図17】

図17



【図18】

図18



フロントページの続き

(72)発明者 松山 茂  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立  
製作所電子デバイス事業部内